

R. Ra'e Ga
Curitiba, v.46, n. 2, p. 116-134, Jun/2019

DOI: 10.5380/raega
eISSN:2177-2738



CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA REGIÃO DA SERRA DO MAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

CLIMATIC CHARACTERISTICS OF SERRA DO MAR REGION OF SANTA CATARINA STATE, BRAZIL

Yara Rúbia de Mello¹, Fabiano Antonio de Oliveira²

RESUMO

A região da Serra do Mar de Santa Catarina está localizada na porção nordeste do Estado, que além da cadeia de montanhas, comporta áreas de planalto e planície. Esta configuração topográfica induz diferenças relevantes no clima regional. As maiores pluviosidades do Estado ocorrem nesta porção do território, e esta é a variável meteorológica mais estudada para a região. O objetivo deste estudo foi realizar uma análise climatológica da região da Serra do Mar de Santa Catarina, a partir de diferentes variáveis meteorológicas e de fontes, a fim de melhor entender o contexto climático regional. Para tanto, foram utilizados dados climáticos da reanálise do NCEP/NCAR v.2, CHIRPS, Atlas Pluviométrico do Brasil, Atlas Climatológico do Estado de Santa Catarina, estações meteorológicas de superfície, dentre outras fontes. As variáveis meteorológicas analisadas foram: precipitação temperatura do ar, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, ventos, insolação e evaporação. Aplicaram-se aos dados as técnicas de correlação linear, regressão linear, o teste de Mann-Kendall, além de estatísticas descritivas. A climatologia das diferentes fontes foi comparada entre si, com o intuito de verificar a qualidade das mesmas para representar o clima regional. Dentre os resultados, obteve-se que os dados do CHIRPS representaram com consistência a distribuição pluviométrica na região; os dados do NCEP/NCAR são bons para representar o clima em maiores escalas, mas para a escala regional apresentam resultados grosseiros. Quanto à tendência dos dados, dentre as 14 estações analisadas, três apresentaram tendências positivas para a precipitação. O maior problema para a caracterização da área é a falta de estações localizadas na serra.

Palavras chave: Precipitação orográfica; Clima de Joinville; reanálises NCEP/NCAR.

ABSTRACT

The Serra do Mar region of Santa Catarina is located in the northeastern portion of the State, besides the mountain ranges, the region comprises areas of plateau and plain. This topographic dynamics causes relevant differences in the regional climate. The highest rainfall levels in the State occur in this part of the territory, and this is the most studied meteorological variable for the region. The goal of this study was to perform a climatological analysis of the Serra do Mar region of Santa Catarina, based on different meteorological variables and sources, in order to better understand the regional climatic context. For that, climatic data from the reanalysis of NCEP/NCAR v.2, CHIRPS, Brazil's Pluviometric Atlas, Climatological Atlas of the state of Santa Catarina, surface meteorological stations among other sources were used. The meteorological variables analyzed were: rainfall, temperature, humidity, atmospheric pressure, winds, insolation and evaporation. Linear correlation, linear regression, Mann-Kendall test, and descriptive statistics were applied to the data. The climatology of the different sources was compared among them, in order to verify their quality to represent the regional climate. Among the results, it was obtained that the data of the CHIRPS well represented the pluviometric distribution in the region; NCEP/NCAR data are good for representing the climate on larger scales, but for the regional scale they present rough results. As for the trend of the data, among the 14 stations analyzed, three presented positive trends for precipitation. The major problem for the characterization of the area is the lack of stations located in the mountains.

Keywords: Orographic precipitation; Joinville climate; NCEP/NCAR reanalysis.

Recebido em:09/05/2018

Aceito em: 16/04/2019

¹Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, email:yarademello@gmail.com

²Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR, email:foliveira@ufpr.br

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA REGIÃO DA SERRA DO MAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL**1INTRODUÇÃO**

A Serra do Mar é uma cadeia montanhosa, com altitudes superiores a 2.000 metros nos pontos mais altos, que se estende por aproximadamente 1.000 km em parte das regiões Sudeste e Sul do Brasil (ALMEIDA e CARNEIRO, 1998). Esta serra está localizada próxima ao oceano Atlântico, com isso, sofre influência direta de ventos úmidos, impulsionados pela Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS), alta polar e brisas marítimas, além de estar localizada na trajetória de sistemas frontais (REBOITA *et al.*, 2010). Estes sistemas atmosféricos estão entre os principais atuantes na região, que contribuem para que haja umidade considerável durante todo o ano.

Com base no mapeamento do Atlas Pluviométrico do Brasil (SILVA *et al.*, 2011), é possível inferir que a Serra do Mar está entre as regiões com os maiores acumulados de precipitação do país, juntamente com parte da bacia Amazônica. Na região da Serra do Mar são registrados os maiores totais pluviométricos do estado de Santa Catarina (SC) (PANDOLFO *et al.*, 2002), apesar dessa serra não representar as maiores altitudes do Estado, que são encontradas na Serra Geral, próximo à Grande Florianópolis.

O que individualiza a região da Serra do Mar de Santa Catarina em relação aos elementos climáticos é justamente a quantidade de precipitação (PANDOLFO *et al.*, 2002). Para melhor compreender a dinâmica pluviométrica de uma região é importante que se conheça outras variáveis do clima, já que a pluviosidade é

uma resposta a outros fenômenos. Com isso, o objetivo do presente estudo é analisar as características climáticas da região da Serra do Mar de Santa Catarina, a partir de diferentes variáveis meteorológicas e de fontes, a fim de melhor entender o contexto climático regional.

Levou-se em consideração a relevância da região em termos de pluviosidade, contexto social e econômico, além da falta de estudos sobre essa temática na área. A leste da Serra do Mar está localizado o município com a maior população do Estado, Joinville, também considerado o polo industrial estadual (IBGE, 2017). A variável meteorológica mais estudada na região é a precipitação, porém, existem poucas publicações em periódicos científicos, assim como para outras variáveis meteorológicas, destacando-se os trabalhos de Cardoso *et al.* (2012), Lima e Oliveira (2012), Vanhoni e Mendonça (2012), Mello *et al.* (2015) e Mello e Oliveira (2016).

2MATERIAIS E MÉTODOS**2.1 Área de estudo**

A Serra do Mar (SM) se estende desde o sudeste brasileiro (estado do Rio de Janeiro) até o sul do país, no estado de Santa Catarina (ALMEIDA e CARNEIRO, 1998), entre as latitudes 21°S e 26°S (Figura 1A). Em Santa Catarina, a SM se situa na porção nordeste do território, onde estão localizados os municípios de Joinville, Garuva, Campo Alegre, São Francisco do Sul (Figura 1B), entre outros.

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA REGIÃO DA SERRA DO MAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

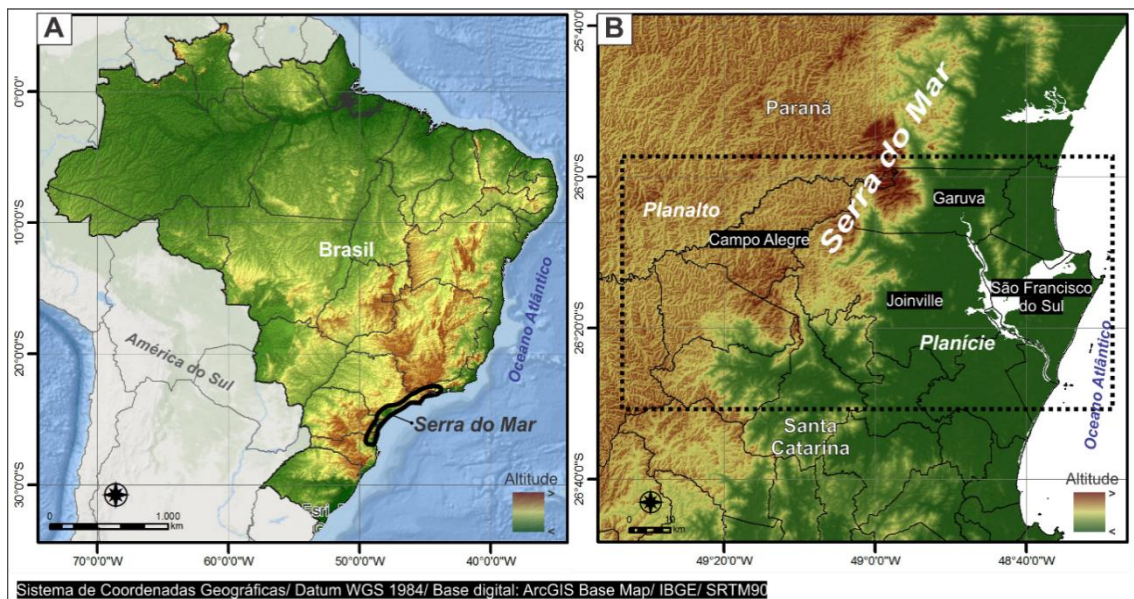


Figura 1 – (A) Localização geográfica da Serra do Mar em relação ao Brasil; (B) Localização geográfica da Serra do Mar no estado de Santa Catarina, com destaque para a área de estudo. Fonte: Autores (2018).

2.2 Dados climáticos

Constituem as fontes e detalhes dos dados climáticos utilizados na presente pesquisa:

- Reanálises do *National Center for Environmental Prediction/ The National Center for Atmospheric Research* (NCEP/NCAR), versão 2, de temperatura do ar, umidade relativa do ar, pressão atmosférica e ventos (direção e velocidade). Os dados compreenderam o período de 1979 a 2016 (dados mensais, sazonais e anuais). Segundo Kistler *et al.* (2001) os dados de reanálise do NCEP/NCAR tornaram-se mais confiáveis a partir de 1979, devido à inserção de dados de satélite. Fonte: NOAA/OAR/ESRL PSD, Boulder, Colorado, USA/ <https://www.esrl.noaa.gov/psd/>; formato dos dados: *netCDF*;
- Precipitação do *Climate Hazard Group InfraRed Precipitation with Station data* (CHIRPS), com resolução espacial de 0,05°, para o período de 1981 a 2016 (dados mensais, sazonais e anuais). Fonte: www.chg.geog.ucsb.edu/data/chirps/; formato dos dados: *netCDF*;
- Dados de precipitação do Atlas Pluviométrico do Brasil para o período de 1977 a 2006 (dados mensais, sazonais e anuais). Fonte: Silva *et al.* (2011); formato dos dados: *shapefile*;

- Precipitação, temperatura do ar média, máxima e mínima, umidade relativa do ar, insolação e evaporação do Atlas Climatológico do Estado de Santa Catarina (ACESC), o período dos dados não é descrito (dados mensais, sazonais e anuais). Fonte: Pandolfo *et al.* (2002); formato dos dados: *shapefile*;
- Dados de precipitação (1889-2002) e temperatura do ar (1895-1921), monitorados pela família Schmalz no município de Joinville, primeiramente na fazenda Pirabeiraba e posteriormente na Rua Marechal Deodoro no bairro América;
- Precipitação anual de 42 estações pluviométricas, compreendendo o período de 1953 a 2008, e de precipitação mensal para o período de 1979 a 2008. Fonte: Mello e Oliveira (2016) e Mello *et al.* (2015) (Figura 2);
- Precipitação, temperatura do ar, umidade relativa do ar, pressão atmosférica, e ventos (direção e velocidade) da Estação Meteorológica da Universidade da Região de Joinville – Univille (Figura 2);
- Precipitação de doze estações pluviométricas localizadas na área de interesse, conforme Tabela 1 e Figura 2. Estas são as estações utilizadas por Mello e Oliveira (2016), disponíveis no site da Agência Nacional de Águas

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA REGIÃO DA SERRA DO MAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

(ANA), em funcionamento até a atualidade e com séries superiores há 10 anos. Fonte: www.snirh.gov.br/hidroweb/; formato dos dados: *Microsoft Access Database*;

Os dados em formato *netCDF* foram analisados no *software Grid Analysis and Display System (GrADS)*, os dados em formato *shapefile* foram analisados no *software ArcGIS 10.2.2*, eos dados em formato *Microsoft Access Database* no

software Hidro 1.3. Os demais dados foram analisados no *software Microsoft Excel*. Apesar de a área de estudo se limitar ao estado de Santa Catarina foram utilizadas estações localizadas no estado do Paraná, com o intuito de melhor representar o clima regional, já que as características climáticas não se limitam aos territórios.

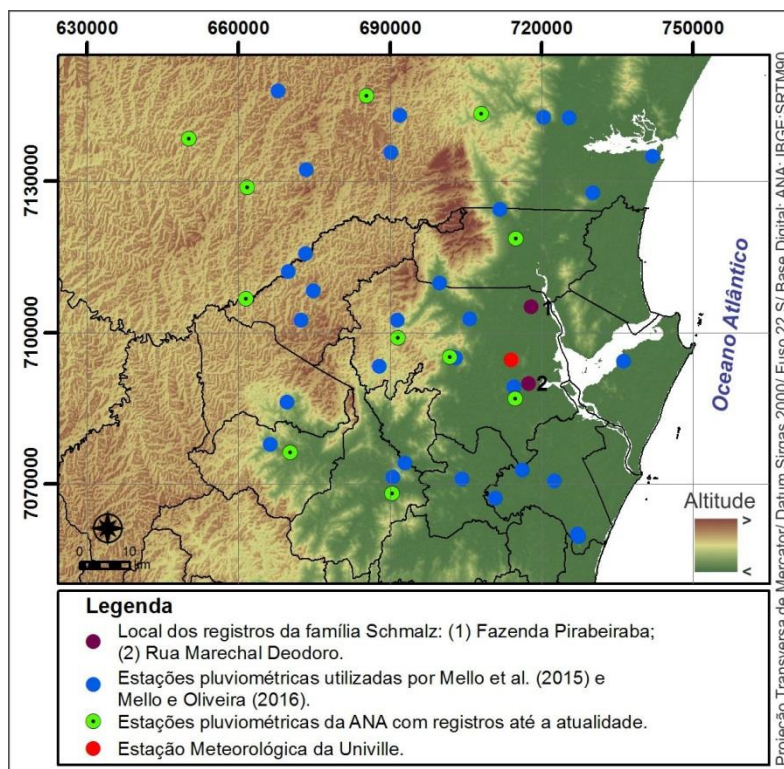


Figura 2 – Localização geográfica das estações meteorológicas e pluviométricas utilizadas para caracterizar o clima da região da Serra do Mar de Santa Catarina. Fonte: Autores (2018).

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA REGIÃO DA SERRA DO MAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

Tabela 1 – Estações pluviométricas disponíveis no site da Agência Nacional de Águas com séries históricas consistentes e atuais, localizadas na região da Serra do Mar de Santa Catarina e do Paraná.

Código	Nome	Município	Coordenadas		
			Eixo X	Eixo Y	Altitude (m)
2648034	Estrada dos Morros	Joinville/SC	701954	7095127	119
2648014	Joinville (RVPSC)	Joinville/SC	714919	7086852	6
2649060	Primeiro salto Cubatão	Joinville/SC	691713	7098946	790
2649057	Campo Alegre	Campo Alegre/SC	672493	7102479	819
2648027	Garuva	Garuva/SC	715084	7118559	80
2649012	Rio Jaraguá	Jaraguá do Sul/SC	690562	7068089	30
2549063	Rincão	Tijucas do Sul/PR	685451	7146960	913
2649018	Fragosos	Piên/PR	661577	7106682	790
2548052	Ilha do Rio Claro	São José dos Pinhais/PR	708107	7143360	237
2549061	Quitandinha	Quitandinha/PR	650276	7138361	820
2549003	Rio da Várzea dos Lima	Quitandinha/PR	661851	7128806	810
2649013	Corupá	Corupá/SC	670281	7076232	200

Fonte: www.snirh.gov.br (2018).

2.3 Análises estatísticas

Foram aplicadas aos dados as estatísticas descritivas de média, soma, máximo, mínimo e desvio-padrão. Com o objetivo de comparar as estatísticas de médias das variáveis meteorológicas, entre as diferentes fontes, foi aplicada a correlação linear de Pearson no *software Statistica 10*.

Para comparar os dados das reanálises do NCEP/NCAR e CHIRPS com dados observados em superfície, a fim de avaliar a qualidade das reanálises, utilizaram-se os dados (precipitação, temperatura, umidade e pressão atmosférica) da Estação Meteorológica da Univille. Esta comparação também foi efetuada por meio da correlação linear.

Com o intuito de verificar a existência de tendências nas séries meteorológicas de precipitação, dias de chuva e temperatura, foram selecionadas as séries históricas mais consistentes (longas e com menor número de falhas). Foram aplicados os testes de tendência de Mann-Kendall no *software ActionStat* e Regressão Linear Simples no *software Microsoft Excel*. Para todos os testes estatísticos aplicados na presente pesquisa, foi utilizado o nível de significância (α) de 5% para rejeitar a hipótese nula. Na Tabela 2 estão descritas as classes dos valores-r (coeficiente de correlação), adotadas neste trabalho.

**CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA REGIÃO DA SERRA DO MAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA,
BRASIL**

Tabela 2 – Classificação dos coeficientes de correlação (valor-r).

Coeficientes de correlação	Correlação
0,00-0,30	Insignificante
0,30-0,50	Fraca
0,50-0,70	Moderada
0,70-0,90	Forte
0,90-1	Muito forte

Fonte: Mukaka (2012).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Correlação estatística

Foi aplicado o teste de correlação linear entre as médias mensais e anuais de temperatura do ar, umidade relativa do ar e pressão atmosférica da Estação Meteorológica da Univille (EMCDU), com as reanálises do NCEP/NCAR - referente às coordenadas geográficas da EMCDU (ponto de grade mais próximo, no caso latitude - 25° e longitude -50°), para o mesmo período de dados (1996-2011), conforme Tabela 3. É possível observar que os coeficientes das variáveis temperatura e pressão apresentaram correlação “muito forte”, ou seja, a associação estatística entre os dados é evidente. Já os dados de umidade apresentaram correlação insignificante, ou seja, as reanálises do NCEP/NCAR não representaram a umidade com consistência neste ponto. Para os dados de precipitação entre a EMCDU e o CHIRPS, a correlação estatística também foi “muito forte” (Tabela 3).

Ainda na Tabela 3, é possível observar os coeficientes de correlação para os dados de

precipitação média mensal, anual e trimestral (quando disponível) entre as diferentes fontes. O coeficiente de correlação classificou-se como “muito forte” para todas as associações, indicando que a distribuição de precipitação segue padrão similar entre as diferentes fontes. A correlação foi analisada para a faixa mínima (f. mín.) e faixa máxima (f. máx.) separadamente. A área analisada compreende a porção nordeste do Estado de SC, na região da Serra do Mar, e não um dado pontual, por isso a utilização de uma faixa mínima e máxima, já que existe uma variabilidade dos elementos climáticos na área de estudo.

Para os dados de temperatura do ar na faixa mínima a correlação estatística foi “forte”, enquanto para a faixa máxima foi “muito forte”. Já os dados de umidade relativa do ar do NCEP/NCAR novamente apresentaram uma associação “fraca”, sendo que os valores-r, em comparação com os dados do Atlas climatológico do Estado de SC, classificaram-se como “fraco”. (Tabela 3).

**CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA REGIÃO DA SERRA DO MAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA,
BRASIL**

Tabela 3 – Coeficientes de correlação linear e valores-p referente à comparação entre os dados meteorológicos de diferentes fontes.

Variável	Fontes	Valor-r	Valor-p
Temperatura do Ar	EMCDU vs. NCEP/NCAR	0,9433	0
Pressão Atmosférica	EMCDU vs. NCEP/NCAR	0,9863	0
Umidade Relativa do Ar	EMCDU vs. NCEP/NCAR	-0,0972	0,752
Precipitação	EMCDU vs. CHIRPS	0,9665	0
Precipitação (f. mín.)	CHIRPS vs. ATLAS SC	0,9991	0
Precipitação (f. máx.)	CHIRPS vs. ATLAS SC	0,9988	0
Precipitação (f. mín.)	CHIRPS vs. ATLAS CPRM	0,9992	0
Precipitação (f. máx.)	CHIRPS vs. ATLAS CPRM	0,9969	0
Precipitação (f. mín.)	CHIRPS vs. Mello et al. (2015)/Mello & Oliveira (2016)	0,9985	0
Precipitação (f. máx.)	CHIRPS vs. Mello et al. (2015)/Mello & Oliveira (2016)	0,997	0
Precipitação (f. mín.)	ATLAS SC vs. ATLAS CPRM	0,9995	0
Precipitação (f. máx.)	ATLAS SC vs. ATLAS CPRM	0,9983	0
Precipitação (f. mín.)	ATLAS SC vs. Mello et al. (2015)	0,9991	0
Precipitação (f. máx.)	ATLAS SC vs. Mello et al. (2015)	0,999	0
Precipitação (f. mín.)	ATLAS CPRM vs. Mello et al. (2015)/Mello & Oliveira (2016)	0,9985	0
Precipitação (f. máx.)	ATLAS CPRM vs. Mello et al. (2015)/Mello & Oliveira (2016)	0,9973	0
Temperatura do Ar (f. mín.)	ATLAS SC vs. NCEP/NCAR	0,8737	0
Temperatura do Ar (f. máx.)	ATLAS SC vs. NCEP/NCAR	0,9418	0
Umidade Relativa do Ar (f. mín.)	ATLAS SC vs. NCEP/NCAR	0,3517	0,2623
Umidade Relativa do Ar (f. máx.)	ATLAS SC vs. NCEP/NCAR	0,3552	0,2572

Fonte: Autores (2018).

3.2 Pressão atmosférica

A única fonte analisada que possui dados de pressão atmosférica para toda a área de estudo foram as reanálises do NCEP/NCAR. A série histórica de 16 anos da EMCDU foi utilizada como parâmetro. A pressão atmosférica média anual para a área de estudo é de 1015,5 milibares, julho é o mês que em média possui a maior pressão atmosférica (1019,8 – 1020 mb) e dezembro é o mês com a menor média (1011,6 - 1011,9 mb) (Tabela 4). Destaca-se que a única estação meteorológica de superfície, com dados disponíveis, localizada na região, e que tenha uma série histórica superior a 10 anos é a EMCDU. Porém, esta estação não é representativa dos ambientes de serra e planalto, já que está localizada na planície costeira.

A mesma distribuição anual de pressão ocorre com os dados da EMCDU, a diferença é que os dados da última fonte são inferiores à classe mínima de pressão gerada pelas reanálises do NCEP/NCAR para a área de estudo, com uma diferença média de 0,9 milibares. O inverno é a estação do ano com a maior pressão atmosférica média (1019,2 - 1019,4) e o verão o período com a menor (1011,9 - 1012,2) (Tabela 4). A partir da Figura 3 é possível observar como os centros de pressão da Alta Subtropical do Atlântico Sul (ASAS) e da Alta Subtropical do Pacífico Sul (ASPS) influenciam com maior intensidade o continente sul americano no período de inverno. Na área de interesse há uma maior influência da ASAS, que neste período do ano alcança sua posição mais a oeste (REBOITA *et al.*, 2010).

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA REGIÃO DA SERRA DO MAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

Tabela 4 – Pressão atmosférica média mensal, trimestral e anual em milibares para a região da Serra do Mar de Santa Catarina.

Período		NCEP NCAR v.2 (1979 - 2016)
Mensal	Jan	1011,9 - 1012,2
	Fev	1012,8 - 1013,1
	Mar	1013,7 - 1014
	Abr	1015,4 - 1015,6
	Mai	1017,2 - 1017,4
	Jun	1018,8 - 1019
	Jul	1019,8 - 1020
	Ago	1018,8 - 1019
	Set	1017 - 1018
	Out	1015 - 1015,5
	Nov	1013 - 1013,5
	Dez	1011,6 - 1011,9
Trimestral	DJF	1011,9 - 1012,2
	MAM	1015,4 - 1015,6
	JJA	1019,2 - 1019,4
	SON	1015 - 1015,5
Anual	-	1015,5

Fonte: Autores (2018).

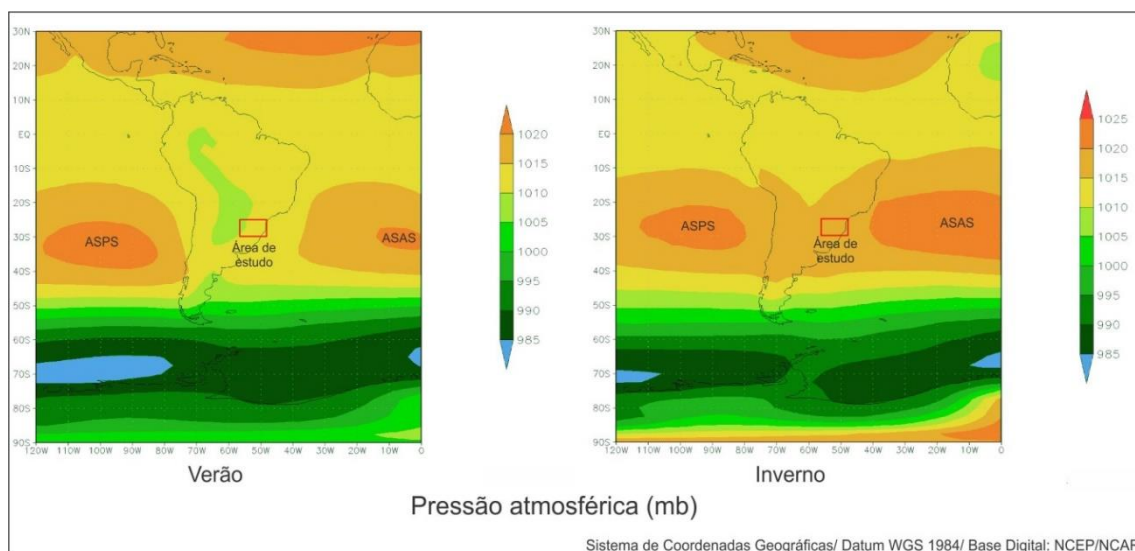


Figura 3 – Pressão atmosférica média (1979-2016) para a América do Sul, nos trimestres de verão (DJF) e inverno (JJA) na região da Serra do Mar de Santa Catarina. Fonte: Autores (2018).

3.3 Ventos (direção e velocidade)

Assim como para os dados de pressão atmosférica, a única fonte com dados de ventos (direção e velocidade) disponíveis para toda a área de estudo são as reanálises do NCEP/NCAR, também foi utilizada a série da EMCDU como

parâmetro. Com base na Tabela 5 é possível inferir que a direção predominante dos ventos para a área de estudo é a leste, a qual é influenciada pela atuação da ASAS durante todo o ano.

**CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA REGIÃO DA SERRA DO MAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA,
BRASIL**

Tabela 5 – Direção e velocidade do vento (m/s) para a região da Serra do Mar de Santa Catarina.

Período		Direção do Vento	Velocidade do Vento
Mensal	Jan	E	2,2 - 2,4
	Fev	E/NE	1,9 - 2,1
	Mar	E	2,1 - 2,2
	Abr	E	1,5 - 1,8
	Mai	E/NE	0,8 - 0,9
	Jun	NE/N	1 - 1,3
	Jul	NE	1,2 - 1,4
	Ago	NE	1,5 - 1,7
	Set	E	2 - 2,2
	Out	E	2,6 - 2,8
	Nov	E	2,5 - 2,7
	Dez	E	2,2 - 2,4
Trimestral	DJF	E	2,1 - 2,3
	MAM	E	1,4 - 1,6
	JJA	NE	1,2 - 1,4
	SON	E	2,3 - 2,5
Anual	-	E	1,7 - 1,8

Fonte: Autores (2018).

Segundo Cavalcanti *et al.* (2009), a principal influência sobre os ventos de superfície na região Sul do Brasil, especialmente na área litorânea, é a ASAS, estando presente em todas as estações do ano, porém com mais força no inverno, como foi observado no item sobre pressão atmosférica. O vento médio produzido é a leste/nordeste de intensidade fraca. Nos meses de inverno, devido ao posicionamento da ASAS, os ventos de nordeste predominam na região, como pode ser observado na Tabela 5 e Figura 4.

Na EMCDU, localizada na planície costeira a leste da Serra do Mar, a direção predominante dos ventos também é de leste (27,7%), seguida por sudeste (18,3%) e nordeste (14%). A Serra do Mar funciona como uma barreira para os ventos dos quadrantes oeste,

noroeste e sudoeste em áreas da planície costeira (MELLO e KOEHNTOPP, 2017). O que não ocorre para as áreas de planalto, porém, inexistente uma estação meteorológica de superfície com uma série histórica extensa de dados nesta região, que possibilite uma melhor caracterização.

Quanto à velocidade dos ventos, ela é maior nos meses de primavera e verão e menor nos meses de inverno e outono (Tabela 5). De todo modo, a velocidade dos ventos na região é de fraca intensidade, com uma média anual variando de 1,7 a 1,8 m/s. Para a EMCDU a velocidade dos ventos também é fraca, com uma frequência anual de 66,4% na classe de 0,5-2,1 m/s.

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA REGIÃO DA SERRA DO MAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

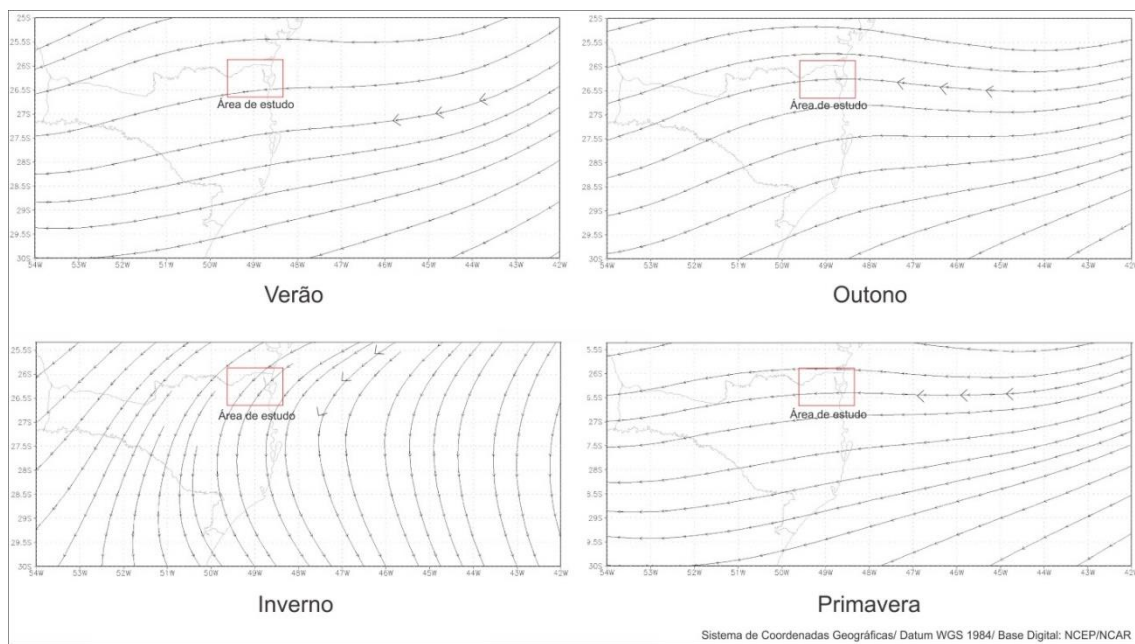


Figura 4 – Direção predominante dos ventos (1979-2016) para o estado de Santa Catarina, nos trimestres de verão (DJF), outono (MAM), inverno (JJA) e primavera (SON). Fonte: Autores (2018).

3.4 Temperatura do ar

Para caracterizar a temperatura do ar média para a área de estudo foram utilizados dados do NCEP/NCAR, do Atlas Climatológico do estado de Santa Catarina (ACESC) e da EMCDU como parâmetro. Os dados de temperatura média e médias das mínimas e máximas do ACESSC, devido à deficiência de estações, foram estimados por meio de equações de regressões em função da altitude, latitude e longitude (PANDOLFO *et al.*, 2002).

Segundo os dados do NCEP/NCAR, a temperatura média anual para a área de estudo varia de 21,5°C a 22,5°C, já os dados do ACESSC variam de $\geq 13^{\circ}\text{C}$ a $\geq 20^{\circ}\text{C}$ (Tabela 6). As áreas mais elevadas da serra e o planalto são as porções do território estudado que registram as menores temperaturas médias, levando em consideração esta dinâmica, os dados do ACESSC são mais consistentes para representar a climatologia da temperatura do ar. Por outro

lado, existem outros fatores, como o uso do solo, vegetação e orientação das vertentes, que irão interferir nas temperaturas, o que não foi levado em consideração nas equações de regressão do ACESSC.

As temperaturas médias ao longo dos meses do ano seguem padrão similar entre as duas fontes de dados. Os meses de janeiro, fevereiro e março registram as maiores temperaturas médias, que segundo os dados do ACESSC é de 25°C; e os meses de maio e julho registram as menores temperaturas médias, 10°C (Tabela 6).

A temperatura média anual registrada na EMCDU, localizada na planície costeira, é de 22,4°C, estando dentro dos limites das duas fontes de dados. A dinâmica intra-anual da temperatura segue padrão similar, com julho (17,8°C) sendo o mês mais frio do ano e fevereiro o mês mais quente (26,5°C).

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA REGIÃO DA SERRA DO MAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

Tabela 6 – Dados de temperaturamédia, médias das mínimas e médias das máximas; e insolação, na região da Serra do Mar de Santa Catarina.

Fonte		NCEP NCAR v.2 (1979 - 2016)	Atlas Climatológico de SC	Atlas Climatológico de SC	Atlas Climatológico de SC	Atlas Climatológico de SC
Período		Temperatura Média (°C)	Temperatura Média (°C)	Temperatura Máxima (°C)	Temperatura Mínima (°C)	Insolação (horas)
Mensal	Jan	24,5 - 25,5	≥18 <25	≥22 <32	≥11 ≥20	<160 <200
	Fev	25 - 25,5	≥18 <25	≥24 <31	≥12 ≥21	<140 <160
	Mar	24 - 24,5	≥17 <25	≥21 <30	≥11 ≥20	<140 <180
	Abr	22,5 - 23,1	≥14 ≥21	≥19 ≥29	<9 ≥17	<120 <160
	Mai	19,5 - 20,5	≥10 ≥20	≥18 ≥25	<7 ≥15	≥120 <160
	Jun	18 - 19	≥11 ≥16	≥17 ≥22	<5 ≥13	≥120 <140
	Jul	17,5 - 18,5	≥10 ≥15	≥17 ≥23	<5 ≥12	≥140 <160
	Ago	19 - 19,5	≥11 ≥16	≥17 ≥24	<6 ≥13	≥140 <160
	Set	19,5 - 20,5	≥13 ≥18	≥18 <25	≥6 ≥14	<100 <120
	Out	21,5 - 22,5	≥13 <20	≥18 <26	≥10 ≥16	<120 <140
	Nov	22,5 - 23,5	≥15 <22	≥20 <29	≥10 ≥16	<140 <160
	Dez	24 - 25	≥16 <24	≥22 <32	≥11 ≥19	<140 <180
Trimestral	DJF	22,5 - 25,5	≥16 <25	≥22 <32	≥11 ≥21	<140 <200
	MAM	22,2 - 22,8	≥10 <25	≥18 <30	<7 ≥17	<120 <180
	JJA	18,5 - 19	≥10 ≥16	≥17 ≥24	<5 ≥13	≥120 <160
	SON	21 - 22	≥13 <22	≥18 <29	≥6 ≥16	<100 <160
Anual	-	21,5 - 22,5	≥13 ≥20	≥19 <27	≥8 ≥16	<1600 <1800

Fonte: Autores (2018).

As médias das temperaturas mínimas e das temperaturas máximas seguem o mesmo padrão intra-anual das temperaturas médias. Os meses de junho e julho registram as menores temperaturas mínimas, média <5°C nas áreas de planalto e serra e ≥12°C nas áreas de planície; e os meses de janeiro e dezembro possuem as maiores temperaturas máximas, variando de ≥22°C a <32°C (Tabela 6).

As menores temperaturas ocorrem nos meses de inverno porque este é o período do ano com a menor quantidade de radiação solar incidente, em função da declinação do Sol, que está ao norte da linha do Equador em boa parte deste período, favorecendo a expansão do ar proveniente do polo sul para menores latitudes. O oposto ocorre nos meses de verão, e o maior aquecimento terrestre aumenta a influência de sistemas de baixa pressão, como a massa tropical continental e a massa equatorial continental. A

corrente marítima quente do Brasil é outro fator que influencia nas altas temperaturas do litoral (CAVALCANTI *et al.*, 2009). A insolação também é maior nos meses de verão, como pode ser observado na Tabela 6, com o pico no mês de janeiro; já setembro é o mês com a menor quantidade de horas de sol, variando na faixa de <100 a <120 horas/mês.

3.5 Umidade relativa do ar

Apesar de os dados de umidade do NCEP/NCAR não apresentarem boa correlação estatística com os dados da EMCDU e do ACESC, eles foram utilizados na descrição da umidade, pois apresentaram algumas características aceitáveis. A umidade relativa do ar é maior na serra e litoral e menor nas áreas de planalto. Para os dados do NCEP/NCAR, a média anual variou de 83% a 84%, e para os dados do ACESC variou de 82% a 88% (Tabela 7).

**CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA REGIÃO DA SERRA DO MAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA,
BRASIL**

Tabela 7 – Dados de umidade relativa do ar e evaporação na região da Serra do Mar de Santa Catarina.

Fonte		NCEP NCAR v.2 (1979 - 2016)	Atlas Climatológico de SC	Atlas Climatológico de SC
Período		Umidade Relativa do Ar (%)	Umidade Relativa do Ar (%)	Evaporação (mm)
Mensal	Jan	84 - 86	80 - 86	80 - 140
	Fev	86 - 88	82 - 88	70 - 120
	Mar	85 - 87	82 - 88	70 - 120
	Abr	84 - 86	82 - 86	50 - 80
	Mai	83 - 85	84 - 86	40 - 60
	Jun	83 - 86	84 - 88	30 - 50
	Jul	83 - 85	84 - 88	30 - 50
	Ago	79 - 81	82 - 88	40 - 50
	Set	81 - 82	82 - 88	40 - 60
	Out	82 - 83	82 - 86	50 - 80
	Nov	80 - 81	78 - 84	60 - 100
	Dez	80 - 82	80 - 86	70 - 120
Trimestral	DJF	>84	80 - 88	70 - 140
	MAM	84 - 86	82 - 88	40 - 12-
	JJA	82 - 84	82 - 88	30 - 50
	SON	81 - 82	78 - 88	40 - 100
Anual	-	83 - 84	82 - 88	600 - 1000

Fonte: Autores (2018).

Em relação à variação intra-anual da umidade, ela é maior do que 80% durante basicamente todo o ano, e não apresenta uma variabilidade elevada, variando no máximo 8% entre os meses de novembro (78%) e maio, junho e julho (86%) nas áreas de planalto. De modo geral, para os dados do ACESC a umidade é maior nos meses de inverno, o que não ocorre com os dados do NCEP/NCAR. Neste último, a umidade apresenta seu pico máximo no mês de fevereiro, e o mínimo no mês de agosto (Tabela 7).

Segundo dados de Cavalcanti *et al.* (2009), a umidade específica – quantidade de vapor de água no ar - é maior nos meses de verão para a região, com uma média aproximada de 18g/kg no mês de janeiro, enquanto o mês de julho registra em média 10-12 g/kg. A diferença entre a umidade específica e a umidade relativa é que no cálculo da última leva-se em consideração a temperatura do ar. O ar mais quente suporta mais umidade do que o ar mais frio, significando que a umidade relativa do ar frio seria superior a do ar quente, se os níveis de umidade específica entre eles fosse o mesmo. A quantidade de umidade que evapora na área de estudo é

consideravelmente maior nos meses de verão (Tabela 7) em relação aos meses de inverno, o que favorece para que a umidade específica seja maior neste período.

A umidade relativa do ar média anual para a EMCDU é de 80,7%, estando abaixo do previsto pelas duas fontes de dados. A variação intra-anual segue um padrão mais similar com os dados do ACESC, os maiores valores são registrados nos meses de inverno, com destaque para o mês de julho (82,3%), e os menores registros ocorreram nos meses de dezembro (78,5%) e novembro (78,9%).

3.6 Precipitação pluviométrica

Após analisar diferentes elementos climáticos, é possível fazer algumas considerações sobre como deve ocorrer a dinâmica da precipitação pluviométrica na região. As maiores pressões atmosféricas, as quais estão relacionadas às menores temperaturas do ar, maior proximidade da ASAS - ar subsidente, menor teor de umidade na atmosfera e menor evaporação, ocorrem nos meses de inverno (JJA) principalmente. Com isso, espera-se que a menor

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA REGIÃO DA SERRA DO MAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

quantidade de precipitação ocorra neste período e uma dinâmica contrária se estabeleça no verão.

Além disso, a configuração do relevo, com uma serra na porção central da área de estudo, planalto a oeste e planície adjacente ao oceano Atlântico a leste, sugere a ocorrência de maior precipitação na região de serra e planície. Já que os ventos predominantes são dos quadrantes leste e nordeste, os quais carregam a umidade para o continente, que é barrada na serra. O ar se eleva e se expande (devido à diminuição de pressão com a altitude) e se resfria adiabaticamente, podendo ocasionar precipitação orográfica. Ao descer para o planalto, esse ar desprovido de umidade aumenta a pressão e se aquece adiabaticamente,

fenômeno conhecido como efeito Föhn (SELUCHI *et al.*, 2003).

A variação intra-anual da precipitação na região segue este padrão esperado, para todas as fontes de dados, independentemente da diferença da série histórica utilizada (Tabela 8), contudo, existe alguma diferenciação entre o mês mais chuvoso e o mês menos chuvoso entre as fontes. As fontes de dados mais similares entre si e que melhor representaram a distribuição de precipitação intra-anual são CHIRPS, Mello *et al.* (2015) e Mello e Oliveira (2016). A primeira fonte tem a vantagem de utilizar dados de satélite, com uma melhor cobertura espacial abrangendo a serra; e as outras duas contemplam diversas estações localizadas na região, por se tratar de um estudo de caso regional.

Tabela 8 – Dados de precipitação pluviométrica para a região da Serra do Mar de Santa Catarina.

Período		Chirps (1981 - 2016)	Atlas Climatológico de SC	Atlas Pluviométrico CPRM (1977 - 2006)	Mello <i>et al.</i> , 2015 (1979 - 2008)	Mello e Oliveira, 2016 (1953 - 2008)
Mensal	Jan	200 - 340	≥130 ≥330	175 - 300	189 - 374	-
	Fev	160 - 320	≥130 ≥330	150 - 250	166 - 313	-
	Mar	140 - 280	≥110 ≥330	125 - 200	121 - 277	-
	Abr	100 - 160	<90 <210	100 - 125	96 - 165	-
	Mai	110 - 125	<90 <170	100 - 125	111 - 140	-
	Jun	105 - 120	<90 <150	100 - 125	100 - 111	-
	Jul	95 - 115	<90 <110	100 - 150	112 - 138	-
	Ago	85 - 105	≥90 <130	75 - 100	88 - 111	-
	Set	130 - 170	≥110 <210	125 - 200	138 - 207	-
	Out	150 - 190	≥130 <250	125 - 200	147 - 210	-
	Nov	120 - 180	≥110 <250	125 - 175	120 - 226	-
	Dez	150 - 210	≥130 <290	150 - 200	159 - 242	-
Trimestral	DJF	500 - 850	-	475 - 775	514 - 925	-
	MAM	330 - 570	-	325 - 500	329 - 463	-
	JJA	270 - 340	-	300 - 375	304 - 360	-
	SON	400 - 540	-	400 - 600	405 - 636	-
Anual	-	1500 - 2300	≥1300 <2900	1500 - 2200	-	1391 - 2565

Fonte: Autores (2018).

Com base nestas duas fontes é possível constatar, por exemplo, que o mês de janeiro é o mês mais chuvoso do ano, e o mês de agosto é o mês menos chuvoso. Já a precipitação média anual apresenta valores abaixo de 1.400 mm em áreas do planalto e superior a 2.300 mm em áreas próximas a serra (Tabela 8).

A média de dias de chuva foi calculada a partir das estações Estrada dos Morros e Garuva (localizadas nas proximidades da frente da serra); Ilha do Rio Claro, Quitandinha, Fragosos, Campo Alegre, Rincão e Rio da Várzea dos Lima

(localizadas no planalto); e Univille (localizada na planície costeira) (Tabela 1). As proximidades da frente da serra possuem o maior número de dias no ano com chuva (209), seguido pela planície (179) e planalto (142), com uma diferença entre as proximidades da serra e o planalto de 68 dias. As estações do ano com o maior número de dias com chuva são o verão e a primavera, em todas as compartimentações topográficas, e a estação do ano com o menor número de dias de chuva é o inverno (Figura 5).

**CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA REGIÃO DA SERRA DO MAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA,
BRASIL**

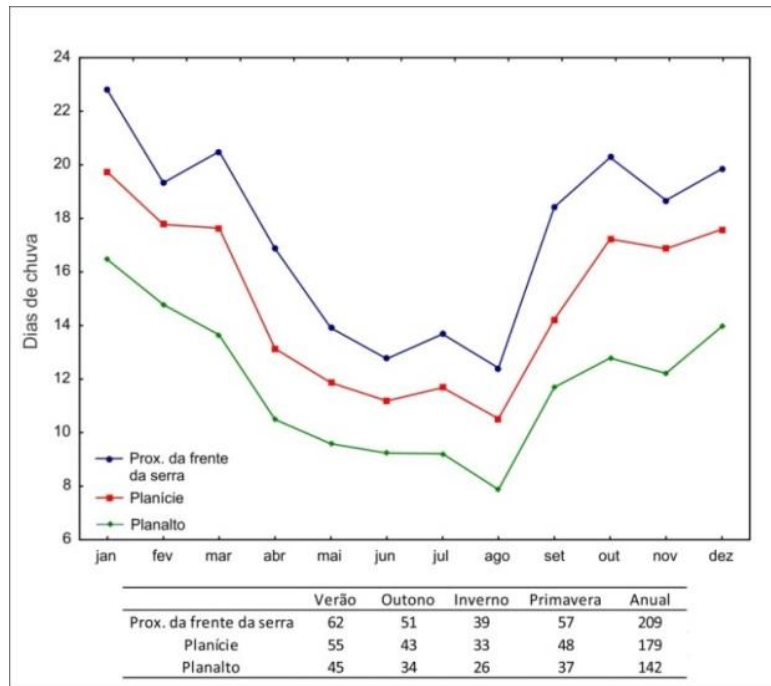


Figura 5 – Dados de precipitação pluviométrica para a região da Serra do Mar de Santa Catarina. Fonte: Autores (2018).

3.7 Tendências

As estações pluviométricas utilizadas na análise de tendência são as disponíveis na Tabela 1, além dos dados de precipitação e temperatura da EMCDU e dos registros da família Schmalz. Foram utilizados estes dados, pois são as séries históricas disponíveis mais longas para a região, além disso, as estações pluviométricas da Tabela 1 operam até a atualidade.

De modo geral, os dois testes (regressão linear simples e Mann-kendall) apresentaram resultados similares, houve apenas duas discordâncias, em um caso o teste de regressão

linear apontou tendência em uma série histórica e o teste de Mann-kendall não, no outro caso ocorreu o oposto. Com base na Tabela 9, é possível inferir que das 14 estações pluviométricas analisadas, três apresentaram tendência positiva nos dados, e nenhuma estação apresentou tendência negativa. As estações que apresentaram tendência positiva foram: Joinville (RVPSC), localizada na planície costeira, próximo ao centro da cidade de Joinville; Fragosos, localizada no planalto, município de Piên, Paraná; e Rio da Várzea dos Lima, localizado no planalto, município de Quitandinha, Paraná.

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA REGIÃO DA SERRA DO MAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

Tabela 9 – Resultados dos testes de tendência de Mann-kendall e regressão linear simples para as séries históricas de precipitação analisadas, em vermelho estão destacados os valores-p das séries que apresentaram tendência.

Dados					Regressão Linear				Mann-Kendall			
Variável	Fonte	Período	Série temporal	Qtd de anos	Valor-p	Coefficiente	Lim. Inferior	Lim. Superior	Valor-p	Lim. Inferior	Lim. Superior	
Precipitação	F. Schmalz	Anual	1889-2002 (c/f)	98	0,174	-	-	-	0,300	-	-	
Precipitação	F. Schmalz	Verão	1889-2002 (c/f)	98	0,387	-	-	-	0,471	-	-	
Precipitação	F. Schmalz	Outono	1889-2002 (c/f)	98	0,592	-	-	-	0,690	-	-	
Precipitação	F. Schmalz	Inverno	1889-2002 (c/f)	98	0,167	-	-	-	0,307	-	-	
Precipitação	F. Schmalz	Primavera	1889-2002 (c/f)	98	0,157	-	-	-	0,132	-	-	
Precipitação	Est. Univille	Anual	1996-2016	21	0,967	-	-	-	0,833	-	-	
Precipitação	Est. Univille	Verão	1996-2016	21	0,585	-	-	-	0,651	-	-	
Precipitação	Est. Univille	Outono	1996-2016	21	0,165	-	-	-	0,381	-	-	
Precipitação	Est. Univille	Inverno	1996-2016	21	0,719	-	-	-	0,695	-	-	
Precipitação	Est. Univille	Primavera	1996-2016	21	0,508	-	-	-	0,415	-	-	
Precipitação	Estrada dos Morros	Anual	1987-2016	30	0,941	-	-	-	0,454	-	-	
Precipitação	Estrada dos Morros	Verão	1987-2016	30	0,893	-	-	-	0,789	-	-	
Precipitação	Estrada dos Morros	Outono	1987-2016	30	0,179	-	-	-	0,412	-	-	
Precipitação	Estrada dos Morros	Inverno	1987-2016	30	0,328	-	-	-	0,335	-	-	
Precipitação	Estrada dos Morros	Primavera	1987-2016	30	0,712	-	-	-	0,943	-	-	
Precipitação	Joinville (RVPSC)	Anual	1940-2013	74	0,000	13,8	8,4	19,2	0,000	8,3	18,7	
Precipitação	Joinville (RVPSC)	Verão	1940-2013	74	0,000	5,2	2,7	7,7	0,000	2,2	6,7	
Precipitação	Joinville (RVPSC)	Outono	1940-2013	74	0,002	2,7	1,1	4,4	0,003	0,7	4,2	
Precipitação	Joinville (RVPSC)	Inverno	1940-2013	74	0,004	2,3	0,8	3,8	0,002	1,0	3,9	
Precipitação	Joinville (RVPSC)	Primavera	1940-2013	74	0,000	3,6	2,0	5,3	0,000	1,8	4,8	
Precipitação	Primeiro Salto Cubatão	Anual	1982-2016	35	0,167	-	-	-	0,118	-	-	
Precipitação	Primeiro Salto Cubatão	Verão	1982-2016	35	0,188	-	-	-	0,394	-	-	
Precipitação	Primeiro Salto Cubatão	Outono	1982-2016	35	0,890	-	-	-	0,820	-	-	
Precipitação	Primeiro Salto Cubatão	Inverno	1982-2016	35	0,513	-	-	-	0,250	-	-	
Precipitação	Primeiro Salto Cubatão	Primavera	1982-2016	35	0,318	-	-	-	0,532	-	-	
Precipitação	Campo Alegre	Anual	1977-2015	39	0,962	-	-	-	0,699	-	-	
Precipitação	Campo Alegre	Verão	1977-2015	39	0,540	-	-	-	0,735	-	-	
Precipitação	Campo Alegre	Outono	1977-2015	39	0,593	-	-	-	0,561	-	-	
Precipitação	Campo Alegre	Inverno	1977-2015	39	0,654	-	-	-	0,298	-	-	
Precipitação	Campo Alegre	Primavera	1977-2015	39	0,286	-	-	-	0,545	-	-	
Precipitação	Garuva	Anual	1977-2016	40	0,336	-	-	-	0,408	-	-	
Precipitação	Garuva	Verão	1977-2016	40	0,342	-	-	-	0,249	-	-	
Precipitação	Garuva	Outono	1977-2016	40	0,492	-	-	-	0,650	-	-	
Precipitação	Garuva	Inverno	1977-2016	40	0,912	-	-	-	0,300	-	-	
Precipitação	Garuva	Primavera	1977-2016	40	0,712	-	-	-	0,121	-	-	
Precipitação	Rio Jaraguá	Anual	1962-2006	45	0,542	-	-	-	0,506	-	-	
Precipitação	Rio Jaraguá	Verão	1962-2006	45	0,474	-	-	-	0,323	-	-	
Precipitação	Rio Jaraguá	Outono	1962-2006	45	0,344	-	-	-	0,406	-	-	
Precipitação	Rio Jaraguá	Inverno	1962-2006	45	0,682	-	-	-	0,777	-	-	
Precipitação	Rio Jaraguá	Primavera	1962-2006	45	0,171	-	-	-	0,295	-	-	
Precipitação	Rincão	Anual	1976-2012	37	0,627	-	-	-	0,685	-	-	
Precipitação	Rincão	Verão	1976-2012	37	0,248	-	-	-	0,327	-	-	
Precipitação	Rincão	Outono	1976-2012	37	0,137	-	-	-	0,154	-	-	
Precipitação	Rincão	Inverno	1976-2012	37	0,876	-	-	-	0,472	-	-	
Precipitação	Rincão	Primavera	1976-2012	37	0,418	-	-	-	0,522	-	-	
Precipitação	Fragosos	Anual	1968-2013	47	0,005	11,3	3,7	19,0	0,011	3,2	18,1	
Precipitação	Fragosos	Verão	1968-2014	47	0,202	-	-	-	0,112	-	-	
Precipitação	Fragosos	Outono	1968-2014	47	0,173	-	-	-	0,298	-	-	
Precipitação	Fragosos	Inverno	1968-2014	47	0,057	-	-	-	0,107	-	-	
Precipitação	Fragosos	Primavera	1968-2014	47	0,004	3,2	1,07	5,4	0,008	0,79	5,0	
Precipitação	Ilha do Rio Claro	Anual	1975-2012	38	0,704	-	-	-	0,615	-	-	
Precipitação	Ilha do Rio Claro	Verão	1975-2012	38	0,890	-	-	-	0,801	-	-	
Precipitação	Ilha do Rio Claro	Outono	1975-2012	38	0,739	-	-	-	0,633	-	-	
Precipitação	Ilha do Rio Claro	Inverno	1975-2012	38	0,779	-	-	-	0,530	-	-	
Precipitação	Ilha do Rio Claro	Primavera	1975-2012	38	0,416	-	-	-	0,715	-	-	
Precipitação	Quitandinha	Anual	1976-2015	40	0,774	-	-	-	0,727	-	-	
Precipitação	Quitandinha	Verão	1976-2015	40	0,247	-	-	-	0,334	-	-	
Precipitação	Quitandinha	Outono	1976-2015	40	0,313	-	-	-	0,408	-	-	

Fonte: Autores (2018).

O teste de regressão origina um valor de coeficiente, o qual correspondente à tendência de aumento ou diminuição da variável analisada, por exemplo, para precipitação anual seria o aumento de precipitação a cada ano. E os limites inferior e superior dos dois testes (regressão e Mann-kendall) se referem ao intervalo de confiança em que essa tendência pode estar ocorrendo. Haverá tendência na série quando o valor-p for inferior a 0,05.

A estação Joinville (RVPSC) apresentou tendência positiva para a série histórica anual, e em todas as estações do ano. A estação Fragosos apresentou tendência positiva na série anual e na primavera. Por fim, a estação Rio da Várzea dos Lima apresentou tendência positiva para os períodos anual, verão, inverno e primavera. Anualmente, a precipitação aumentou aproximadamente 13,8 mm na estação Joinville (RVPSC), 11,3 mm na estação Fragosos e 6,2 mm

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA REGIÃO DA SERRA DO MAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

na estação Rio da Várzea dos Lima, segundo o teste de regressão linear. Dentre as estações do ano, a primavera foi a que apresentou o maior número de estações com tendência positiva e o outono foi a estação do ano com o menor número (Tabela 9).

Apesar de apenas três estações apresentarem tendência positiva nos dados de precipitação, com base na observação dos gráficos gerados pelo teste de Mann-kendall em relação ao período anual, para onze das estações a orientação da reta foi crescente (F. Schmalz, Joinville (RVPSC), Primeiro Salto Cubatão, Campo Alegre, Garuva, Rincão, Fragosos, Ilha do Rio Claro, Quitandinha, Rio da Várzea dos Lima e Corupá), para apenas uma estação foi decrescente (Rio Jaraguá), e para duas estações a orientação da reta foi nula (Est. Univille e Estrada dos Morros). Em relação às estações do ano, dez estações pluviométricas apresentaram orientação crescente no verão (F. Schmalz, Joinville (RVPSC), Primeiro Salto Cubatão, Rio Jaraguá, Rincão, Fragosos, Ilha do Rio Claro, Quitandinha, Rio da Várzea dos Lima e Corupá), outono (Est. Univille, Joinville (RVPSC), Primeiro Salto Cubatão, Rio Jaraguá, Rincão, Fragosos, Ilha do Rio Claro, Quitandinha, Rio da Várzea dos Lima e Corupá) e primavera (F. Schmalz, Estrada dos Morros, Joinville (RVPSC), Primeiro Salto Cubatão, Campo Alegre, Rio Jaraguá, Fragosos, Ilha do Rio Claro, Rio da Várzea dos Lima e Corupá), e apenas cinco no inverno (F. Schmalz, Est. Univille, Joinville (RVPSC), Fragosos e Rio da Várzea dos Lima). Para a orientação decrescente, sete estações pluviométricas apresentaram esta característica no inverno (Estrada dos Morros, Campo Alegre, Garuva, Rio Jaraguá, Rincão, Ilha do Rio Claro e Quitandinha), quatro no outono (F. Schmalz, Estrada dos Morros, Campo Alegre e Garuva), duas no verão (Est. Univille e Garuva) e uma na primavera (Est. Univille).

Vanhoni (2015) realizou uma análise de tendência pluviométrica para a área com clima subtropical do Brasil (1977-2011), utilizando os métodos de Mann-kendall, regressão linear simples e Pettit. Na área de interesse do presente estudo houve tendência positiva na precipitação

maior que 5% em relação ao total pluviométrico anual, em ambos os testes estatísticos. Todas as estações do ano apresentaram tendência positiva maior que 5%, exceto o inverno, que apresentou tendência negativa. Os dados de Vanhoni (2015) apresentaram dissimilaridades em relação ao presente estudo, os quais podem ser justificados pela diferença nas estações utilizadas, aceitação do valor-p inferior a 0,05, ou ainda pelo período analisado.

Quanto às séries históricas de dias de chuva, das nove estações analisadas, duas apresentaram tendência positiva, e uma apresentou tendência negativa (Tabela 10). A EMCDU, localizada na área urbana da planície costeira de Joinville, e a estação Fragosos apresentaram tendência positiva, já a estação Campo Alegre, localizada no planalto, apresentou tendência negativa. Para a EMCDU o período anual, outono e inverno apresentaram tendência, com um aumento anual aproximado de 1,8 dias de chuva. Na estação Fragosos o período anual, verão, outono e primavera apresentaram tendência, com um aumento anual aproximado de 1,5 dias de chuva. Por fim, a estação Campo Alegre apresentou os períodos anual e outono com tendência negativa, com uma diminuição anual de cerca de 0,9 dias de chuva.

Em relação à orientação da reta dos gráficos no teste de Mann-kendall, contabilizando todas as séries analisadas para o período anual, quatro estações (Est. Univille, Estrada dos Morros, Fragosos e Ilha do Rio Claro) apresentaram orientação positiva e cinco apresentaram orientação negativa (Campo Alegre, Garuva, Rincão, Quitandinha e Rio da Várzea dos Lima); em relação às estações do ano a maior diferença na orientação positiva está entre o outono (6 estações) e inverno (3 estações), ocorrendo o oposto para a orientação decrescente.

Sobre a temperatura do ar, das duas estações analisadas nenhuma apresentou tendência. Para os dados registrados pela família Schmalz, segundo a orientação da reta no gráfico do teste de Mann-kendall, houve orientação positiva para todos os períodos, exceto o verão. E

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA REGIÃO DA SERRA DO MAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

para os dados da EMCDU, houve orientação a primavera. decrescente para todos os períodos, exceto para

Tabela 10 – Resultados dos testes de tendência de Mann-kendall e regressão linear simples para as séries históricas de dias de chuva e temperatura do ar, em vermelho estão destacados os valores-p das séries que apresentaram tendência.

Dados					Regressão Linear				Mann-Kendall			
Variável	Fonte	Período	Série temporal	Qtd de anos	Valor-p	Coefficiente	Lim. Inferior	Lim. Superior	Valor-p	Lim. Inferior	Lim. Superior	
Dias de chuva	Est. Univille	Anual	1996-2016	21	0,010	1,8	0,5	3,1	0,017	0,5	2,9	
Dias de chuva	Est. Univille	Verão	1996-2016	21	0,350	-	-	-	0,317	-	-	
Dias de chuva	Est. Univille	Outono	1996-2016	21	0,008	0,8	0,2	1,3	0,010	0,3	1,3	
Dias de chuva	Est. Univille	Inverno	1996-2016	21	0,010	0,6	0,2	1,1	0,015	0,2	1,1	
Dias de chuva	Est. Univille	Primavera	1996-2016	21	0,583	-	-	-	0,903	-	-	
Dias de chuva	Estrada dos Morros	Anual	1987-2016 (c/f)	27	0,663	-	-	-	0,917	-	-	
Dias de chuva	Estrada dos Morros	Verão	1987-2016 (c/f)	27	0,476	-	-	-	0,646	-	-	
Dias de chuva	Estrada dos Morros	Outono	1987-2016 (c/f)	27	0,554	-	-	-	0,531	-	-	
Dias de chuva	Estrada dos Morros	Inverno	1987-2016 (c/f)	27	0,849	-	-	-	0,802	-	-	
Dias de chuva	Estrada dos Morros	Primavera	1987-2016 (c/f)	27	0,865	-	-	-	0,559	-	-	
Dias de chuva	Campo Alegre	Anual	1977-2014 (c/f)	36	0,029	-0,9	-1,6	-0,1	0,058	-	-	
Dias de chuva	Campo Alegre	Verão	1977-2014 (c/f)	36	0,142	-	-	-	0,160	-	-	
Dias de chuva	Campo Alegre	Outono	1977-2014 (c/f)	36	0,028	-0,3	-0,5	-0,04	0,036	-0,6	0,0	
Dias de chuva	Campo Alegre	Inverno	1977-2014 (c/f)	36	0,125	-	-	-	0,123	-	-	
Dias de chuva	Campo Alegre	Primavera	1977-2014 (c/f)	36	0,081	-	-	-	0,168	-	-	
Dias de chuva	Garuva	Anual	1977-2014 (c/f)	37	0,880	-	-	-	0,255	-	-	
Dias de chuva	Garuva	Verão	1977-2014 (c/f)	37	0,844	-	-	-	0,504	-	-	
Dias de chuva	Garuva	Outono	1977-2014 (c/f)	37	0,690	-	-	-	0,743	-	-	
Dias de chuva	Garuva	Inverno	1977-2014 (c/f)	37	0,943	-	-	-	0,479	-	-	
Dias de chuva	Garuva	Primavera	1977-2014 (c/f)	37	0,869	-	-	-	1,000	-	-	
Dias de chuva	Rincão	Anual	1976-2015 (c/f)	37	0,693	-	-	-	0,990	-	-	
Dias de chuva	Rincão	Verão	1976-2015 (c/f)	37	0,469	-	-	-	0,675	-	-	
Dias de chuva	Rincão	Outono	1976-2015 (c/f)	37	0,998	-	-	-	0,948	-	-	
Dias de chuva	Rincão	Inverno	1976-2015 (c/f)	37	0,762	-	-	-	0,665	-	-	
Dias de chuva	Rincão	Primavera	1976-2015 (c/f)	37	0,562	-	-	-	0,906	-	-	
Dias de chuva	Fragosos	Anual	1968-2014 (c/f)	46	0,006	1,5	0,5	2,5	0,005	0,6	2,4	
Dias de chuva	Fragosos	Verão	1968-2014 (c/f)	46	0,000	0,5	0,3	0,8	0,000	0,3	0,8	
Dias de chuva	Fragosos	Outono	1968-2014 (c/f)	46	0,022	0,4	0,1	0,7	0,005	0,1	0,7	
Dias de chuva	Fragosos	Inverno	1968-2014 (c/f)	46	0,124	-	-	-	0,021	0,0	0,6	
Dias de chuva	Fragosos	Primavera	1968-2014 (c/f)	46	0,012	0,3	0,1	0,5	0,007	0,1	0,6	
Dias de chuva	Ilha do Rio Claro	Anual	1975-2015 (c/f)	36	0,161	-	-	-	0,414	-	-	
Dias de chuva	Ilha do Rio Claro	Verão	1975-2015 (c/f)	36	0,358	-	-	-	0,398	-	-	
Dias de chuva	Ilha do Rio Claro	Outono	1975-2015 (c/f)	36	0,279	-	-	-	0,199	-	-	
Dias de chuva	Ilha do Rio Claro	Inverno	1975-2015 (c/f)	36	0,334	-	-	-	0,413	-	-	
Dias de chuva	Ilha do Rio Claro	Primavera	1975-2015 (c/f)	36	0,283	-	-	-	0,405	-	-	
Dias de chuva	Quitandinha	Anual	1976-2015	40	0,813	-	-	-	0,513	-	-	
Dias de chuva	Quitandinha	Verão	1976-2015	40	0,504	-	-	-	0,753	-	-	
Dias de chuva	Quitandinha	Outono	1976-2015	40	0,441	-	-	-	0,332	-	-	
Dias de chuva	Quitandinha	Inverno	1976-2015	40	0,784	-	-	-	0,861	-	-	
Dias de chuva	Quitandinha	Primavera	1976-2015	40	0,744	-	-	-	0,599	-	-	
Dias de chuva	Rio da Várzea dos Lima	Anual	1946-2013 (c/f)	62	0,101	-	-	-	0,053	-	-	
Dias de chuva	Rio da Várzea dos Lima	Verão	1946-2013 (c/f)	62	0,073	-	-	-	0,059	-	-	
Dias de chuva	Rio da Várzea dos Lima	Outono	1946-2013 (c/f)	62	0,359	-	-	-	0,346	-	-	
Dias de chuva	Rio da Várzea dos Lima	Inverno	1946-2013 (c/f)	62	0,531	-	-	-	0,324	-	-	
Dias de chuva	Rio da Várzea dos Lima	Primavera	1946-2013 (c/f)	62	0,108	-	-	-	0,118	-	-	
Temperatura	F. Schmalz	Anual	1895-1921 (c/f)	25	0,563	-	-	-	0,498	-	-	
Temperatura	F. Schmalz	Verão	1895-1921 (c/f)	25	0,052	-	-	-	0,059	-	-	
Temperatura	F. Schmalz	Outono	1895-1921 (c/f)	25	0,698	-	-	-	0,815	-	-	
Temperatura	F. Schmalz	Inverno	1895-1921 (c/f)	25	0,721	-	-	-	0,338	-	-	
Temperatura	F. Schmalz	Primavera	1895-1921 (c/f)	25	0,627	-	-	-	0,981	-	-	
Temperatura	Est. Univille	Anual	1996-2011 (c/f)	16	0,500	-	-	-	0,729	-	-	
Temperatura	Est. Univille	Verão	1996-2011 (c/f)	16	0,846	-	-	-	0,804	-	-	
Temperatura	Est. Univille	Outono	1996-2011 (c/f)	16	0,756	-	-	-	0,586	-	-	
Temperatura	Est. Univille	Inverno	1996-2011 (c/f)	16	0,259	-	-	-	0,457	-	-	
Temperatura	Est. Univille	Primavera	1996-2011 (c/f)	16	0,286	-	-	-	0,519	-	-	

Fonte: Autores (2018).

4CONCLUSÃO

Os dados de temperatura, pressão atmosférica e ventos do NCEP/NCAR foram satisfatórios para caracterizar o clima da região, já os de umidade apresentaram fracas correlações com outras fontes, por isso, são

questionáveis. Os dados de pressão e ventos do NCEP/NCAR são a única fonte de dados destes elementos, dentre as analisadas, que abrange toda a área de estudo, tornando-os muito úteis. Os dados de temperatura do ACESC se mostraram superiores aos do NCEP/NCAR,

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA REGIÃO DA SERRA DO MAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

representando melhor os locais de altitudes mais elevadas. A maior deficiência dos dados do NCEP/NCAR é a resolução espacial – generalizada – que não representa bem o clima na escala regional. Os dados do CHIRPS apresentaram os melhores resultados para caracterizar a precipitação na região, juntamente com os de Mello *et al.* (2015) e Mello & Oliveira (2016).

O clima da região da Serra do Mar é dinâmico, com as maiores diferenças ocorrendo entre as proximidades da frente da serra e o planalto em relação à precipitação; e entre a planície e planalto/serra em relação à temperatura do ar. Os ventos predominantes são do quadrante leste e nordeste, impulsionados principalmente pela ASAS durante todo o ano. A maior deficiência para caracterizar o clima da região da Serra do Mar de SC é a falta de estações nas áreas de serra, e também de estações com séries históricas longas e consistentes.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, F. F. M. de; CARNEIRO, C. D. R. 1998. Origem e evolução da Serra do Mar. **Revista Brasileira de Geociências**, 28(2):135-150.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v.22, n.6, p.711-728, 2013.

CARDOSO, C. S.; BITENCOURT, D. P.; MENDONÇA, M. 2012. Comportamento do vento no setor leste de Santa Catarina sob influência de ciclones extratropicais. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 27 (1): 39-48.

CAVALCANTI, I. F. A.; FERREIRA, N. J.; DIAS, M. A. F. da S.; SILVA, M. G. A. J. da (Org.). **Tempo e clima no Brasil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2009. 464 p.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades@. Disponível

em:<<http://www.cidades.ibge.gov.br>>.

Acesso em: 13 de dez. de 2017.

KISTLER, R.; KALNAY, E.; COLLINS, W.; SAHA, S.; WHITE, G.; WOOLLEN, J.; CHELLIAH, M.; EBISUZAKI, W.; KANAMITSU, M.; KOUSKY, V.; DOOL, D. V. D.; JENNE, R.; FIORINO, M. The NCEP–NCAR 50-Year Reanalysis: Monthly Means CD-ROM and Documentation. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v.82, n.2, p.247-268, February 2001.

LIMA, A.S.; VIEIRA, C. V. 2012. Análise de bioindicadores para determinação do regime de ventos da ilha de São Francisco do Sul. **Caderno de Iniciação à Pesquisa (UNIVILLE)**, 14: 130-135.

MELLO, Y. R. de; KOEHTOPP, P. I. 2017. Características climáticas da Bacia Hidrográfica do Rio Cachoeira, Joinville (SC). **Acta Biológica Catarinense**, 4(3):18-28.

MELLO, Y. R. de.; KOHLS, W.; OLIVEIRA, T. M. N. de. Análise da precipitação mensal provável para o município de Joinville (SC) e Região. **Revista Brasileira de Climatologia**, ano 11, v.17, jul/dez, 2015.

MELLO, Y. R. de; OLIVEIRA, T. M. N. de. Análise Estatística e Geoestatística da Precipitação Média para o Município de Joinville (SC). **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.31, n.2, 229-239, 2016.

MUKAKA, M. M. 2012. A guide to appropriate use of Correlation coefficient in medical research. **Malawi Medical Journal**, 24(3):69-71.

OLIVEIRA, F. A. de. **Estudo do aporte sedimentar em suspensão na baía da babilonga sob a ótica da geomorfologia**. Tese de Doutorado (Doutor em Geografia). Universidade de São Paulo – USP. Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, 2006.

PANDOLFO, C.; BRAGA, H.J.; SILVA JÚNIOR, V.P.; MASSIGNAN, A.M.; PEREIRA, E.S.; THOMÉ, V.M.R;

CARACTERÍSTICAS CLIMÁTICAS DA REGIÃO DA SERRA DO MAR DO ESTADO DE SANTA CATARINA, BRASIL

- VALCI, F.V. **Atlas climatológico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis: Epagri, 2002. CD-ROM.
- REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; ROCHA, R. P. da R.; AMBRIZZI, T. Regimes de precipitação na América do Sul: uma revisão bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v.25, n.2, p.185-204, 2010.
- SELUCHI, M. E.; NORTE, F. A.; SATYAMURTY, P.; CHOU, S. C. 2003. Analysis of three situations of Foehn effect over the Andes (Zonda Wind) using the Eta-CPTEC Regional Model. **WeatherandForecasting**, 18(3):481-501.
- SILVA, C. R. da; PEIXINHO, F. C.; MONTEIRO, A.; PINTO, E. J. de A.; AZAMBUJA, A. M. S. de; FARIAS, J. A. M.; PICKBRENNER, K.; WESCHENDELDER, A. B.; SANTOS, A. L. M. R. dos; MARCUZZO, F. F. N.; COSTA, M. R. da; NASCIMENTO, J. R. da S. do; FURTUNATO, O. M.; MEDEIROS, V. S.; ALMEIDA, I. S. de. **Atlas Pluviométrico do Brasil**. Brasília: CPRM, 2011.
- VANHONI, F.; MENDONÇA, F. 2012. Fachada Atlântica Sul do Brasil: dinâmica e tendência pluviométrica. **Revista Geonorte**, 1(5):1036-1049.
- VANHONI, F. **A dinâmica pluvial do clima subtropical: variabilidade e tendência no sul do Brasil**. Tese de Doutorado (Doutor em Geografia). Universidade Federal do Paraná – UFPR, 2015.